

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) **RU** **(11) 2 659 683** **(13) C2**

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
(51) МПК  
[F01K 13/00 \(2006.01\)](#)

**(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ**

Статус: может прекратить свое действие (последнее изменение статуса: 17.01.2019)

(21)(22) Заявка: [2016136563](#), 12.09.2016(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
**12.09.2016**Дата регистрации:  
**03.07.2018**Приоритет(ы):  
(22) Дата подачи заявки: **12.09.2016**(43) Дата публикации заявки: **15.03.2018** Бюл. № [8](#)(45) Опубликовано: [03.07.2018](#) Бюл. № [19](#)

(56) Список документов, цитированных в отчете о поиске: Паровой двигатель, Электронный ресурс, [www.Polysomr.cz](#), 2006, с. 3. ЖИГАЛОВ В.А. Руководство к использованию паровых машин, Промышленная энергетика, N 6, 2005, с. 20. SU 12327 A, 31.12.1929. RU 2503847, C2, 10.01.2014. UA 91126, C2, 25.06.2010. RU 2224134 C2, 20.02.2004.

Адрес для переписки:  
**620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,  
УрФУ, Центр интеллектуальной  
собственности, Маркс Т.В.**

(72) Автор(ы):

**Попов Александр Ильич (RU)**

(73) Патентообладатель(и):

**Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего  
образования "Уральский федеральный  
университет имени первого Президента  
России Б.Н. Ельцина" (RU)**

**(54) ОБЪЕМНАЯ ПАРОВАЯ МАШИНА ДЛЯ МИНИТЭЦ**

(57) Реферат:

Изобретение относится к теплоэнергетике. В паровую машину, содержащую блок двигателя с паровыми цилиндрами, поршнями и золотниковым распределителем пара, подводимого из внешнего парового котла по распределительной сети, электрический генератор, дополнительно вводят блок поршней для перекачки воды, эжектор-смеситель и гидромотор. Дополнительный гидравлический блок соединен по входу с магистралью воды, первый выход его с водой высокого давления подключен к гидромотору, вращение которого передается электрогенератору, вырабатывающему основную часть электроэнергии, а со второго выхода дополнительного блока отработанный пар поступает на вход эжектора-смесителя, на другой вход которого подается отработанная вода с гидромотора. Подогретая и получившая дополнительную кинетическую энергию вода проходит через батарею-конденсатор в

магистраль. Батарея-конденсатор используется для целей теплоснабжения. Для выработки дополнительной электроэнергии используется теплоаккумулятор, подключенный параллельно батарее-конденсатору, теплообменник которого включен в замкнутый контур низкокипящего рабочего тела, а турбина контура соединена с дополнительным электрогенератором. Изобретение позволяет повысить эффективность преобразования пара. 1 з.п. ф-лы, 1 ил.

Настоящее изобретение относится к паровым двигателям низкого и среднего давления, преимущественно в теплотехнике, используемых в разных технологических процессах, связанных с необходимостью редукции пара и выработки при этом электрической энергии.

Исторически известны машины [1], в которых тепловая энергия превращается в механическую за счет давления атмосферы при создании с помощью пара разрежения воздуха в цилиндрах.

Эти машины имели незначительную мощность и малый КПД, поэтому в процессе технической эволюции были заменены поршневыми локомотивами и паровозами, использующими относительно высокое давление пара [2].

Локомотивы [3] и паровозы имели агрегатированные топки, котлы, цилиндропоршневые и кривошипные системы для преобразования давления пара в механическое движение. При давлении пара около 15 атмосфер КПД одного из лучших паровозов «ФД» не достигал 9%.

В связи с изложенным, делались неоднократные попытки усовершенствовать конструкцию паровых двигателей. Например, в паровом двигателе [4] автора Никулина А.О. проводился разогрев непосредственно днищ цилиндров с последующим впрыском воды для образования пара, перемещающего поршни в цилиндрах. Данный двигатель имел еще меньший КПД.

Однако и в настоящее время делаются попытки разработать более современные двигатели [5, 6] на низкие и средние давления пара, который в промышленных установках, как правило, не используется и выбрасывается в атмосферу.

Отечественная промышленность подобные паровые двигатели не выпускает. Паровые локомотивы [3], производимые до 50-х годов прошлого столетия могли бы сегодня широко использоваться на отдаленных территориях страны, располагающих местным топливом: древесина, торф, уголь.

Наиболее современными подобными машинами являются «Паровые двигатели РМ-VS» (прототип), выпускаемые чешской фирмой PolyComp, a.s. [7].

Данный двигатель (приложение к заявке) является объемной паровой машиной, состоящей из блоков двигателя, цилиндров, поршней и золотникового распределителя пара. Двигатель РМ-VS посредством кривошипно-шатунного механизма соединен с генератором электроэнергии.

По сравнению с паровыми турбинами данный паровой двигатель более выгодно перерабатывает меньший объем пара при большем перепаде давления. При эксплуатации парового двигателя достаточно иметь насыщенный водяной пар, который часто используется в разных технологических процессах.

Недостатком данного парового двигателя является наличие кривошипа, преобразующего поступательное движение поршней во вращательное вала, и, в связи с этим, значительные потери на боковые трения поршней о стенки цилиндров.

Кроме того, не вся энергия пара превращается в электроэнергию, так как его значительная часть поступает на конденсацию.

Известны также не имеющие кривошипов двухпоршневые прямодействующие паровые насосы двойного действия, выпускаемые ПАО Свесским насосным заводом [8]. Данные насосы, кроме блока паровых поршней имеют дополнительный блок поршней для перекачки воды, взаимодействующие между собой общими штоками для паровой и гидравлической частями насоса.

Такого рода парогидравлические насосы целесообразно использовать в объемных паровых машинах для мини-ТЭЦ, так как отсутствует кривошип, причем перекачиваемую жидкость (воду), плотность которой значительно больше плотности насыщенного водяного пара, направить в гидромотор, а энергию отработанного пара после паровых цилиндров тоже использовать на подогрев перекачиваемой воды.

Задачей предлагаемого изобретения является устранение недостатков паровых двигателей, оснащенных кривошипами-преобразователями линейного перемещения поршней во вращательное движение вала и улучшение их технических характеристик.

Технические преимущества заявленного технического решения по сравнению с прототипом следующие:

- исключен кривошип, вследствие чего уменьшены боковое давление и трение на стенки цилиндров;
- энергия отработанного пара в паровых цилиндрах насоса использована на разгон и нагрев воды в эжекторе-смесителе;
- энергия воды высокого давления, перекачиваемой в гидравлических цилиндрах насоса, и имеющая большую плотность, чем плотность насыщенного пара, использована в гидромоторе;
- остаточная тепловая энергия после эжектора-смесителя используется в батарее-конденсаторе для обогрева в холодный период года либо подключается контур низкокипящего рабочего тела для выработки дополнительной электроэнергии.

Это достигается тем, что в объемную паровую машину для мини-ТЭЦ, содержащую магистраль воды, блок двигателя с паровыми цилиндрами, поршнями и золотниковым распределителем пара, подводимого из внешнего парового котла по распределительной сети, и электрический генератор с приводом от поршней машины, причем в качестве двигателя применен паровой поршневой насос с дополнительным блоком поршней для перекачки воды, также дополнительно введены эжектор-смеситель и гидромотор, дополнительный блок соединен по входу с магистралью воды, выход его с водой высокого давления подключен к гидромотору, соединенному с электрогенератором, выход блока с отработанным паром от паровых цилиндров подключен к одному входу эжектора-смесителя, на другой вход эжектора-смесителя подключен выход отработанной воды гидромотора, а выход эжектора-смесителя соединен с магистралью воды через батарею-конденсатор.

Кроме того, заявленные технические преимущества достигаются также тем, что дополнительно введен замкнутый контур низкокипящего рабочего тела, состоящий из последовательно соединенных теплообменника теплового аккумулятора, паровой турбины, конденсатора, циркуляционного насоса и ресивера, причем тепловой аккумулятор подключен параллельно батарее-конденсатору, а вал паровой турбины соединен с дополнительным электрогенератором.

На чертеже изображена схема объемной паровой машины для мини-ТЭЦ.

Объемная паровая машина 1 (на чертеже выделена штрихпунктирной линией) использует в рабочем цикле паровой насос 2, вход которого по пару подключен к внешнему паровому котлу (парогенератору) 3, вход по воде - к магистрали 4, а его выход воды высокого давления - к гидромотору 5, выходной вал последнего соединен с электрогенератором 6. Отработанный пар с выхода парового насоса подается на вход эжектора-смесителя 7, на другой вход которого поступает отработанная вода с гидромотора, а выход эжектора-смесителя через ventиль 8 подключен к батарее-конденсатору 9, соединенной с магистралью воды. Через дополнительный ventиль 10 параллельно батарее-конденсатору подключен теплоаккумулятор 11, теплообменник 12 которого включен в последовательный замкнутый контур низкокипящего рабочего тела: паровая турбина 13, конденсатор 14, циркуляционный насос 15 и ресивер 16, причем к валу паровой турбины присоединен дополнительный электрогенератор 17, а на пополнение водой паровой машины из магистрали включен ventиль 18.

Объемная паровая машина для мини-ТЭЦ работает следующим образом.

Насыщенный пар низкого или среднего давления поступает от какого либо внешнего источника, например от парового котла 3, на блок паровых поршней насоса 2, а на блок поршней для перекачки вода поступает из магистрали 1. Блок паровых поршней связан с блоком поршней для перекачки воды общими прямыми штоками и передает давление пара при отсутствии кривошипа непосредственно на создание давления перекачиваемой воды, поступающей затем на вход гидромотора 5. В качестве последнего также может быть использован роликколопастной расходомер [9, 10]. К выходу гидромотора подключен электрогенератор 6, вырабатывающий в сеть основной объем электроэнергии.

Отработанный пар (на чертеже: «отр. пар») с блока паровых поршней насоса 2 поступает на один вход эжектора-смесителя 7, на другой вход которого поступает отработанная вода (на чертеже: «отр. вода») с гидромотора 5, а с выхода эжектора-смесителя 7 подогретая и получившая дополнительную кинетическую энергию вода через ventиль 8 поступает в батарею-конденсатор 9 и далее в магистраль. В качестве батареи-конденсатора может в зимний период использоваться батарея отопления у потребителей тепловой энергии. В летний период, когда отсутствует потребность в отоплении или при необходимости увеличения количества вырабатываемой электроэнергии, параллельно батарее-конденсатору 9 через ventиль 10 подключают теплоаккумулятор 11, теплообменник 12 которого включен в замкнутый контур низкокипящего рабочего тела (фреон, изобутан и т.п.). Рабочее тело испаряется в теплообменнике 12, поступает на турбину 13, с вала которой снимается механическая энергия на вращение электрогенератора 17, вырабатывающего в сеть потребителя

дополнительный объем электроэнергии. С выхода турбины 13 пар низкокипящего рабочего тела поступает в конденсатор 14, где конденсируется в жидкость, и далее через циркуляционный насос 15 и ресивер 16 возвращается в теплообменник 12.

Ресивер необходим в связи с высокой текучестью и высокой стоимостью рабочего тела и, поскольку давление в замкнутом контуре выше атмосферного, то во избежание потерь при ремонтах его собирают в ресивере.

Предлагаемая паровая машина для мини-ТЭЦ в комплекте с паровым котлом может найти широкое применение для отдаленных территорий страны, не имеющих централизованных электрических сетей и располагающих местными топливными ресурсами.

Это оборудование может послужить альтернативой локомотивам, которые промышленность в настоящее время не выпускает.

Кроме того, предлагаемая паровая машина может повысить энергоэффективность ряда промышленных технологий, не использующих по прямому назначению пар низкого и среднего давления, который бесполезно выбрасывается в атмосферу.

Например, на заводах железобетонных изделий применяют технологию пропаривания сырых залитых в формы блоков, колонн, стеновых панелей и др. Для этого пар от паровых котлов 12...15 атмосфер редуцируют для пропаривания данных изделий до 3...4 атмосфер.

На некоторых производствах, где по технологии необходим пар высокого давления, но возникает необходимость обеспечить теплоснабжение объекта или населенного пункта, также применяют редуцирование пара, вместо того, чтобы полезно энергетически использовать перепад давлений для выработки дополнительной электроэнергии.

#### ИСТОЧНИКИ ИНФОРМАЦИИ

1. Моравский А.В. Огонь в упряжке, или как изобретают тепловые двигатели. М., 1990, с. 20, рис. 5.
2. Алексеев Г.Н. Общая теплотехника. М., 1980, с. 443.
3. Гаркуша Г.Н. Теория конструирования и расчета локомотива. М., 1952.
4. Никулин А.О. Паровой двигатель. Патент СССР №12327, кл. 14а, 9 от 5.03.1928.
5. Жигалов В.А. Руководство к использованию паровых машин. «Промышленная энергетика», 2005, №6, с. 20.
6. Некрасов В.Г. К вопросу о применении паровых машин. «Промышленная энергетика», 2004, №7, с. 55.
7. Паровой двигатель (прототип). [Электронный ресурс] : [www.Polycomp.cz](http://www.Polycomp.cz). (приложение к заявке, 1 стр.). PolyComp a.s. Na Hrazce 22, 29001 Podebrady Czech Republic.
8. Насосы паровые поршневые ПДГ и ПДВ. [Электронный ресурс] [www.snz-nasos.ru](http://www.snz-nasos.ru);
9. Домогацкий В.В., Левченко И.В. Ролико-лопастная машина. Патент РФ №2230194, кл. F01с 1/14.
10. Роторные расходомеры «Норд» [электронный ресурс] <http://npropamen.ru>.
11. Турмов Г.П., Туркеев В.В. Тепловой двигатель. Патент РФ №2503847, кл. F03G 7/06.
12. Подлисецкий А.С. Энергетическая установка. Патент Украины. UA 91126, 2010.
13. Дунаевский С.Н. Способ преобразования в механическую работу всего тепла, полученного рабочим телом теплового двигателя от нагревателя, в частности тепла, получаемого от вещества окружающей среды, и устройство для его осуществления. Патент РФ №2101521, кл. F02В 75/02.

#### Формула изобретения

1. Объемная паровая машина для мини-ТЭЦ, содержащая магистраль воды, блок двигателя с паровыми цилиндрами, поршнями и золотниковым распределителем пара, подводимого из внешнего парового котла по распределительной сети, электрический генератор, отличающаяся тем, что содержит дополнительный блок поршней для перекачки воды, эжектор-смеситель и гидромотор, причем дополнительный блок поршней соединен по входу с магистралью воды, выход его с водой высокого давления подключен к гидромотору, соединенному с электрогенератором, выход отработанного пара от паровых цилиндров подключен к входу эжектора-смесителя, на другой вход эжектора-смесителя подключен выход отработанной воды гидромотора, а выход эжектора-смесителя соединен с магистралью воды через батарею-конденсатор.

2. Объемная паровая машина для мини-ТЭЦ по п. 1, отличающаяся тем, что дополнительно введен замкнутый контур низкокипящего рабочего тела, состоящий из

последовательно соединенных теплообменника теплового аккумулятора, паровой турбины, конденсатора, циркуляционного насоса и ресивера, причем тепловой аккумулятор подключен параллельно батарее-конденсатору, а вал паровой турбины соединен с дополнительным электрогенератором.

